
연안 항해용 기상 팩스 시스템의 설계 및 구현

윤희철* · 이태오** · 임재홍***

Design and Implementation of Weather Fax System for Coast Sailing

Hee-Chul Yun* · Tae-Oh Lee** · Jae-Hong Yim***

요 약

선박의 안전한 항해를 위해서 필수 장비 중 하나가 기상 팩스 장비이다. 즉, 연안국에서 FSK 방식으로 변조된 무선 주파수를 이용해서 전송하는 기상도를 선박에서 수신하여 이미지화 하는 장비이다. 연안국에서는 기상도를 스캔 한 후에 중심 주파수 1900Hz, 흑점 1500Hz, 백점 2300Hz 신호로 FSK 변조하여 방송하면 선박에서 이 신호를 수신한다. 따라서 현재는 선박이 기상 팩스 신호를 수신하기 위해서는 기상 팩스 장비가 필요하다.

본 논문에서는 선박에 일반적으로 설치되어 있는 IBM-PC를 이용하여 소프트웨어적으로 기존의 기상 팩스 장비가 가지고 있는 모든 기능을 구현한다. 이를 위하여, 기상도의 출력, 편집, 저장 기능을 추가로 설계 및 구현하였다. IBM-PC에서는 RS-232C 포트를 통해 수신된 신호를 타임 인터럽트(timer interrupt)와 시리얼 인터럽트(serial interrupt)를 이용하여 이미지화 하고 주파수를 선택한다. 또한 간단한 하드웨어적인 신호 분리(signal isolation) 모듈을 사용함으로써 기상도의 수신 및 상태를 개선한다. 본 논문은 별도의 기상 팩스 장비를 구입할 필요가 없는 경제적인 연안 항해용 기상 팩스 시스템이다.

ABSTRACT

The weather FAX machine is the one of necessary of safety navigation for ship. which is the machine which make the weather image by the receiving radio signal which is modulated using FSK method and transmitted on air by coast station. after Coast station scan the weather image and broadcast the image with black dot to 1500Hz and white dot to 2300Hz using FSK modulation.

This paper implement weather fax machine using only general IBM-PC by software. By using IBM-PC we can make some good functions like print, edit, save etc. The modulated signal from SSB go into RS232C port via photo coupler not to give damage to PC. by using Timer Interrupt and RS232C serial interrupt, we can measure signal frequency and remake weather image. This paper use only IBM-PC with general SSB receiver which is widely spread on the ship. so this is very economic and possible to implement mutifunctions.

키워드

Weather Fax, FSK(Frequency Shift Keying), SSB(Single Side Band), photo coupler

*한국해양대학교 전자통신공학과

**동명정보대학교 정보공학부 컴퓨터공학과

***한국해양대학교 전자·정보통신공학부

접수일자 : 2002. 10. 7

1. 서론

해양 기상에 대한 예측을 제대로 하지 못하였던 시절에는 천재지변에 의한 해난사고가 전체 해난사고 중 높은 비율을 점유하고 있었지만, 기상과학기술이 첨단화되고 있는 현재에 이르러서는 기상악화로 인하여 발생하는 해난사고는 조업 중인 어선이나 정박 중인 선박에 예외적으로 발생하는 문제라고 하여도 과언이 아니다. 이러한 기상악화에 대한 대비책을 비롯하여 선박, 선원의 안전을 보장하기 위해서는 해양기상정보의 제공과 획득이 절대적으로 필요하다. 또한, 태풍이나 풍랑 등의 위협에 항상 노출되어 있는 항만과 해상 건설, 시추선 작업 등의 근해 작업들에 있어 시설물들을 보호하기 위해서도 정확한 기상예보는 중요한 필수조건이다.

따라서 작게는 개인의 조업활동으로부터 기업의 수출입 및 선박 관련사업, 악조건의 기상에 의한 재해 등 해상에서 일어날 수 있는 모든 일들에 있어 해양기상정보의 활용은 안전 보장은 물론이고 경제적인 면에 있어서도 큰 비중을 차지하고 있다[1, 2, 3].

그러므로 해양 기상정보의 정확한 획득을 위해서는 해양 기상장비가 필수적이다. 선박의 안전한 항해를 위해서 필수 장비 중 하나인 기상 팩스 장비는 연안국에서 FSK(Frequency Shift Keying) 방식으로 변조된 무선 주파수를 통해서 보내는 기상도를 선박에서 수신하여 이미지화 하는 장비이다. 그리고 우리나라에는 국내의 기상실황 및 예보의 무선통신에 관한 사항을 담당하며, 우리나라 연·근해에서 활동중인 각종 선박 등에 기상정보를 제공하여 기상재해를 예방하기 위하여 무선통신을 이용하여 24시간 무선 팩스(Fax: Facsimile) 기상방송을 수행하는 기상통신소라는 기관이 있다.

본 논문에서는 별도의 기상 팩스 장비 없이 기상통신소에서 제공하는 기상 팩스 정보 활용도를 향상 시키는데 있다. 즉 기상도의 수신 및 상태를 개선하는 이미지의 보정이 가능하며, 저장 후 처리가 용이하고, 별도의 기상 팩스 장비를 구입할 필요가 없는 간단한 신호 분리(signal isolation) 모듈과 소프트웨어 기상 팩스 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 논문의 구성은 제II장은 우리나라의 위성 기상관측과 무선 팩스 기상방송에 대해서, 제III장은 본 논문에서

설계 및 구현한 연안 항해용 기상 팩스 시스템에 대해서, 제IV장은 실험 및 고찰, 제V장은 결론으로 구성되어 있다.

II. 위성 기상관측과 무선 팩스 기상방송

2.1 위성 기상관측

최초의 기상위성은 1960년 4월 미국의 타이로스(TIROS: Television Infrared Observation Satellite)-1이며, 일본에서는 1977년 7월 정지 기상 위성(GMS: Geostationary Meteorological Satellite)을 최초로 발사하였다. 그림 1은 세계 기상 위성 관측망을 보이고 있다[4].

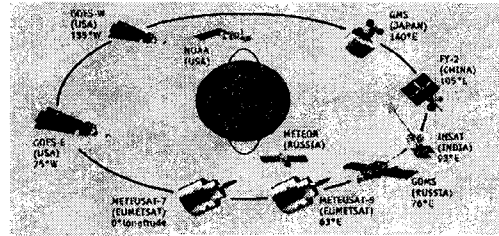


그림 1. 세계 기상위성 관측망

Fig. 1. World meteorological satellite observation network

또한 우리나라에서 위성사진을 예보분석자료로 사용하기 시작한 것은 1970년 APT(Automatic Picture Transmission) 장비를 기상청에 처음 설치하면서 시작되었다. 그러나 본격적인 위성사진을 이용한 것은 1978년 4월 15일 기상청 내 위성기상과가 신설되고, 1980년 소형컴퓨터 성능을 갖춘 위성장비인 SDUS (Small scale Data Utilization System)가 도입되면서 가능하게 되었다. 그리고 인공위성의 궤도 방식에 따라 정지위성과 극궤도 위성으로 나누어진다.

2.1.1 정지(Geostationary) 위성

정지위성은 지구 궤도상에서 위성이 받는 중력과 위성의 원심력이 균형을 이루는 적도 상공 35,800km 고도에서 지구의 자전속도와 같은 각속도로 지구 주위를 돌기 때문에 상대적으로 정지해 있으므로 일정

한 범위의 연속 관측이 가능하다. 관측범위는 직하점을 중심으로 반경 약 6,000km(지구표면의 1/4)이며, 지속적인 감시가 이루어진다는 장점이 있는 반면 고도가 너무 높기 때문에 정밀한 정보를 얻기가 힘들고 비용이 많이 드는 단점이 있다. 현재 세계적으로 운영되는 있는 정지위성에는 일본의 GMS시리즈, 미국의 정지기상위성(GOES: Geostationary Operational Environmental Satellites)시리즈, 유럽 기상위성기구(EUMETSAT: Europe's Meteorological Satellite)의 Meteosat-7, Meteosat-5[5], 인도의 INSAT(Indian National Satellite System) 등이 있다. 우리나라가 이용하는 것은 동경 140도에 위치한 일본의 GMS-5이며, 일본, 중국, 호주와 기상 관측자료가 부족한 서태평양 해상도 관측하여 귀중한 기상자료를 제공한다. 위성체는 자세제어를 위하여 100rpm(0.6초당 1회전)으로 회전한다. 가시센서에는 광전자 배증관이 사용되고 0.5-0.75 μ m의 가시파장대로 검출한다. 적외센서는 HgCdTe가 사용되고 필터로 10.5-12.5 μ m의 적외파장을 검출할 수 있도록 되어 있다. 분해능은 직하점인 적도상의 지표에서 가시광선 1.25km, 적외선은 5km로 되어 있다. 기상자료는 태풍감시, 집중호우감시, 저기압, 전선동태 파악, 구름의 이동·분포·높이 온도와 지면 및 해수면온도 등을 파악한다[6, 7].

2.1.2 극궤도(Polar Orbiting) 위성

지구를 고유한 궤도 경사각으로 회전하면서 관측하게 되는데 타원궤도를 가진다. 극궤도 위성은 비교적 낮은 고도이므로 여러 가지 정보를 얻을 수 있고 하루에 전 지구를 모두 돌아볼 수 있고 비용이 비교적 적게 든다는 장점이 있다. 그러나 정지위성과 같이 한 지점에 대한 연속적인 관측은 불가능하다. 미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) 위성의 경우 주기는 102분으로 1일 14회 공전한다. 이 때 같은 장소는 약 12시간 간격으로 관측할 수 있고, 지구의 공전으로 약간씩 궤도면이 달라지는 세차운동을 한다. 현재 운용 중인 지상 약 830-870km 상공의 궤도로 회전하는 NOAA-11, 12, 14, 15호를 비롯하여 러시아의 METEOR, 중국의 FY(Feng Yun Satellite)-1시리즈가 극궤도 위성이다.

인공위성 사진은 스캔(scan) 방식을 취한다. 스캐닝(scanning)은 각 위성이 탑재하고 있는 스캐너(scanner)가 일정한 면적을 갖는 픽셀(pixel)이라는 단위로 지면을 특수파장대의 복사계를 이용해 복사량을 측정한다. 극궤도 위성의 경우 지구를 향해 한 픽셀씩 계속적으로 찍으면서 회전하고 있다. 이 픽셀에는 아무리 다양한 모습이 있다 하더라도 하나의 특징만으로 디지털로 저장되어 이 픽셀들이 송·수신된 후 사진으로 재현된다. NOAA에 탑재된 AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)은 1.1km \times 1.1km의 높은 분해능을 가지고 있으며, 기상위성의 스캐닝방식은 스캐너가 각도를 조정해가며 찍는 크로스-스캔(cross-scan)방식을 택한다[8].

2.2 무선 팩스 기상방송

우리나라의 경우는 기상청 산하에 기상통신소(김포)를 1963년 2월 13일 창설했다. 기상통신소는 국내의 기상상황 및 예보의 무선통신에 관한 사항을 담당하며, 우리나라 연근해에서 활동중인 각종 선박 등에 기상정보를 제공하여 기상재해를 예방하기 위하여 무선통신을 이용하여 24시간 무선 팩스 기상방송을 수행한다.

방송 근거는 세계 기상 기구(WMO: World Meteorological Organization) 558 Manual, 지역은 43°N 132°E, 27°N 120°E, 43°N 120°E, 27°N 132°E 지역이다. 기상통신소의 무선 팩스 기상방송의 재원과 내용은 표 1, 2와 같다[4].

표 1. 방송 자원
Table. 1. Broadcasting resource

호출부호	주파수 (KHz)	전파 형식	공중선전력 및 형식	방송 구역	비고
HLL2	3,585 5,857.5 7,433.5 9,165 13,570	F3C	DOUBLET 3Kw	연근해 및 동남아 일대	야 주·야 주·야 주·야 주

표 2. 방송 내용
Table 2. Broadcasting Contents

일기도방송		문·숫자방송	
내용	횟수	내용	횟수
		기상특보(발생 시)	5회/일
		어업기상통보	8회/일
		해안기상실황	8회/일
구름해석도	2회/일	해상예보	2회/일
지상일기도	8회/일	항로예보	2회/일
상층일기도	6회/일	등대기상실황	5회/일
해상풍	6회/일	주간예보	1회/일
파고예상도	6회/일	MANAM	1회/일
		태풍정보	4회/일
		해양자료속보(발생 시)	2회/일
		월간예보 재방송 2, 11, 21일(3일)	4회/월

III. 기상 팩스 시스템의 설계 및 구현

3.1 기상 팩스 시스템의 설계

본 장은 기상예보 팩스 무선신호를 이용한 연안 항해용 기상 팩스 시스템의 설계 및 구현에 대한 설명이다. 그림 2는 연안 항해용 기상 팩스 시스템의 전체적인 구성도를 나타내고 있다.

육상의 기상청 산하의 기상통신소에서는 매일 정해진 시간에 기상도를 1500Hz-2300Hz 사이의 흑·백을 구별할 수 있는 무선신호를 FSK 변조하여 방송하고 있다. 해상의 선박에서는 이 무선신호를 수신하여 컴퓨터 모니터에 기상도를 재생하는 주 역할을 담당한다.

따라서 본 논문에서 설계 및 구현한 연안 항해용 기상 팩스 시스템은 간단한 신호 분리 모듈을 추가하여 SSB(Single Side Band) 수신기로부터 들어오는 신호를 포토 커플러를 사용하여 입·출력간에 전기적으로 완전히 절연하였으므로 전기적인 충격에 의해 컴퓨터가 손상되는 일이 발생하지 않도록 하였다. 그리고 소프트웨어적으로 최적의 주파수 선택 기능, 선택된 주파수를 이용한 흑·백 처리 기능, 기상도의 프린터 출력 기능, 기상도의 디스크 저장을 제공하며, 기상도의 수신 시간 설정 환경을 별도로 두어서 원하는 시간에 기상 팩스를 수신할 수 있

도록 구성하였다. 기존에 설치되어 있는 선박 내의 SSB 수신기를 이용하므로 별도의 기상 팩스 수신기의 구입 없이도 기상도를 수신할 수 있다.

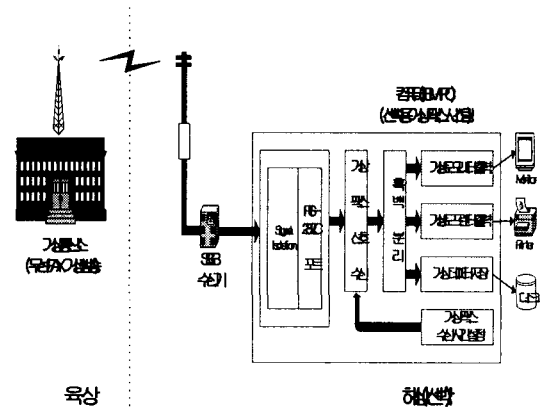


그림 2. 기상 팩스 시스템의 구성도
Fig. 2. Composition of weather FAX system

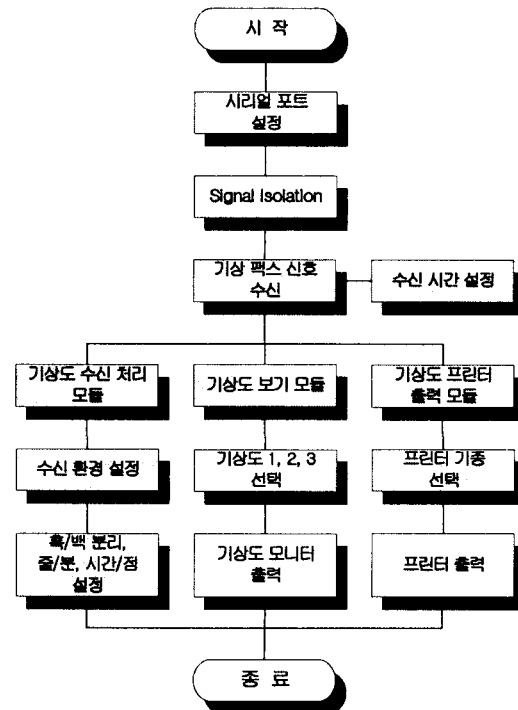


그림 3. 기상 팩스 시스템의 흐름도
Fig. 3. Flow chart of weather FAX system

그림 3은 기상 팩스 시스템의 동작 과정을 나타내고 있는 전체적인 흐름도이다. 무선 기상방송 수신안테나와 SSB 수신기가 연결되고, 간단한 하드웨어인 신호 분리 모듈과 컴퓨터의 시리얼 포트와 연결된 후, 기상 팩스 시스템을 구동한다. 첫 번째, 시리얼 포트 설정은 기상 팩스 신호를 수신하기 위해서 SSB 수신기와 컴퓨터를 연결하는 시리얼 포트 설정한다. 두 번째, 기상도 수신 처리 모듈에서는 기상방송을 수신하여 모니터에 나타내기 위한 흑·백 분리, 줄·분, 시간·점 등의 수신 환경 설정을 한다.

세번째, 기상도 보기 모듈에서는 수신 환경 설정에 따라서 수신 및 저장된 기상도 파일을 디렉토리 메뉴에서 선택할 수 있다. 이들 여러 파일들은 각각 다른 수신 환경 설정을 가지고 있으므로 수신된 기상 팩스 내용도 모두 다르다. 네번째, 기상도를 프린트 출력 모듈에서는 기상도를 프린트로 출력할 수 있다. 다섯 번째, 수신 시간 설정 모듈에서는 기상통신소에서 기상방송을 하는 시간을 미리 설정하여 자동으로 기상 팩스가 수신될 수 있도록 한다.

3.2 기상 팩스 시스템의 구현

그림 4는 SSB 수신기로부터 수신된 신호를 컴퓨터의 시리얼 통신 포트에 전달하는 과정에서 신호 분리를 제공하기 위해서 기존에 있는 시리얼 케이블에 포토 커플러(photo coupler)를 이용하여 안정적인 신호를 수신할 수 있도록 설계한 회로도이다. 그림 5는 그림 4를 실제 제작한 결과이다. 신호 분리 모듈을 추가함으로써 입·출력간이 전기적으로 완전히 절연되어 있어서, 전위 차가 다른 SSB 수신기와 시리얼 포트 회로간의 신호 전달에 사용할 수 있도록

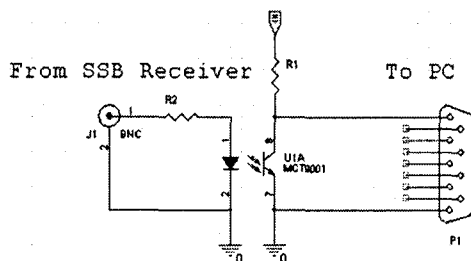


그림 4. 신호 분리 회로도
Fig. 4. Signal isolation circuit

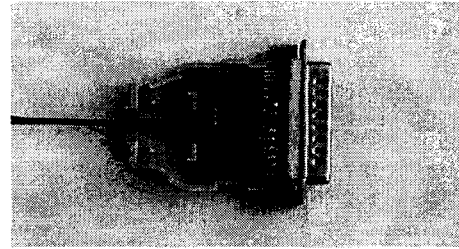


그림 5. 신호 분리 제작 결과
Fig. 5. Signal isolation manufacture result

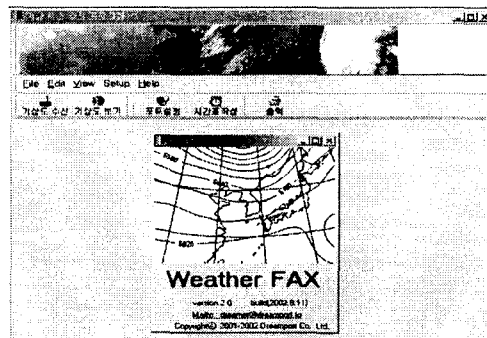


그림 6. 기상 팩스 시스템의 초기화면
Fig. 6. Initial screen of weather FAX system

하고 신호 전달이 단 방향이므로 출력으로부터 입력에 간섭이 없다. 또한 논리소자와의 인터페이스가 용이하며 응답속도가 빠르고 소형 경량이므로 실장밀도를 높일 수 있다.

그림 6은 시스템의 전체적인 구현 결과를 보이고 있다. 앞에서 서술한 바와 같이 크게 다섯 개의 모듈로 초기메뉴를 구성하고 있다. 그림 7은 SSB 수신기와 컴퓨터의 시리얼 포트를 연결하기 위한 포트 설정 환경이다.

그림 8은 기상도 수신시간에 맞춰 현재시간에 보내주는 기상도를 사용자가 직접 수동으로 확인하는 방법을 보이고 있다. 즉 수신 환경 설정을 마친 후, 수신 시작을 선택하면 신호가 화면에 나타난다.

수신 환경 설정과정은 첫번째, 흑백분리를 선택한 후 키를 사용하여 현재 화면에서 보이는 중앙 분리 줄을 신호의 중심부근으로 이동한다. 이때 흑백 분리 우측에 나타나 있는 수치도 함께 변한다. 두번

째, 줄/분은 분당 화면상에 나타내는 줄 수를 나타낸다. **↑** **↓**키를 사용하여 60, 90, 120, 240 중에서 하나를 선택한다. 여기서 수치가 낮을수록 화면에 나타나는 기상도는 커지고 높을수록 작아진다.

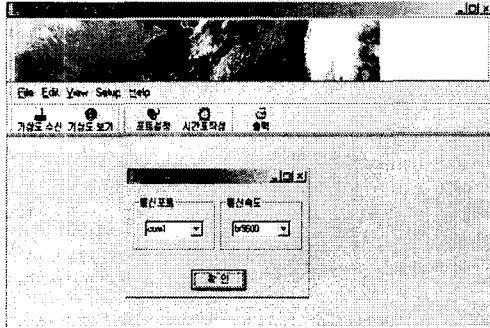


그림 7. 시리얼 포트 설정
Fig. 7. Serial port setting

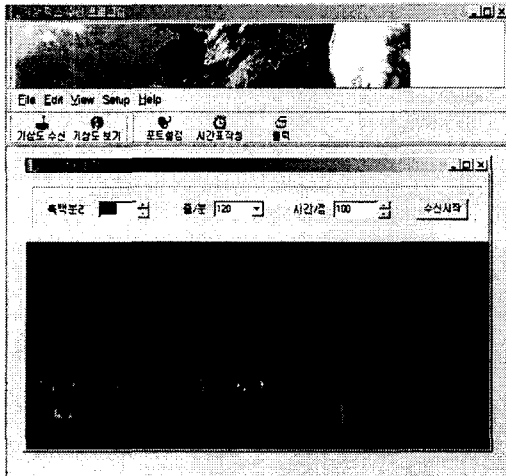


그림 8. 기상 팩스 수신 환경 설정 및 수신
Fig. 8. Weather FAX receive environment setting and receive start

세번째, 시간/점은 한 점당 소요되는 시간을 나타낸다. **↑** **↓**키로써 적당한 값을 선택한다. 설정 값들 모두 지정하였고, 수신시작 버튼을 눌러 그림 만들기 화면으로 전환하면, 수신된 신호가 기상도로써 나타나게 된다. 기상도의 그림을 모두 수신하면 백 소리와 함께 자동으로 메뉴로 복귀한다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 구현한 기상 팩스 시스템을 실험하기 위해서는 별도의 기상 팩스 장비가 필요 없다. 기존의 SSB 수신기와 본 논문에서 구현한 기상 팩스 시스템을 연결한다. 단, 기상 팩스 신호의 안정적인 수신을 위하여 신호 분리 모듈을 첨가한 시리얼 케이블을 이용하여 SSB 수신기와 컴퓨터의 시리얼 포트를 연결한다. 그리고 기상 팩스 신호를 수신하기 위한 모든 준비 절차가 끝난 후, 수신 설정 환경에 따라서 수신 및 저장된 기상도를 기상도 보기 메뉴를 통하여 결과를 확인할 수 있다.

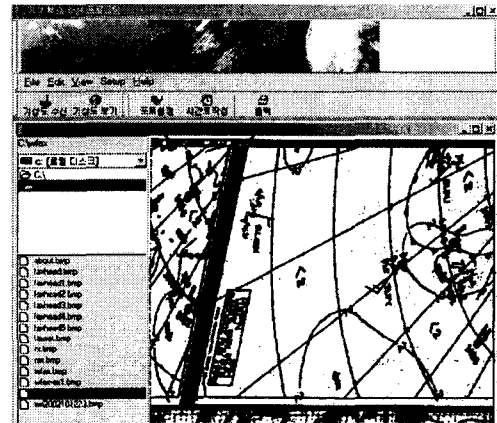


그림 9. 기상 팩스 수신 결과(1)
Fig. 9. Weather Fax Receive Result(1)

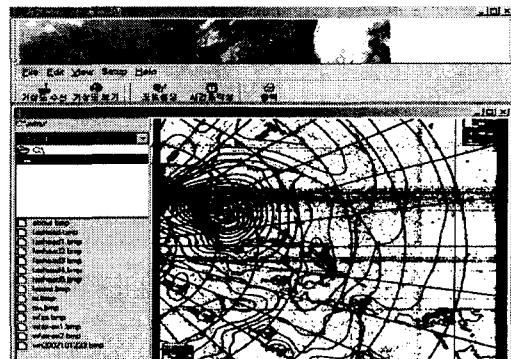


그림 10. 기상 팩스 수신 결과(2)
Fig. 10. Weather Fax Receive Result(2)

그림 9, 10은 기상도 보기 메뉴를 선택한 후의 결과를 나타내고 있다. 즉 기상도가 저장되어 있는 디렉토리를 검색하여 원하는 기상도를 볼 수 있다. 디렉토리에 저장된 파일마다 각각 서로 다른 내용의 기상도가 들어있다. 마우스를 사용하여 대략적인 화면 및 화면상단의 수신시간을 이용하여 원하는 기상도를 선택하고, 전체 기상도를 보기 위해서는 클릭한다. 그리고 기상도를 프린트로 출력할 수 있게 하였다. 사용자의 선택에 의해서 프린트를 설치하여 종이로 기상도를 받아볼 수 있다.

즉 그림 9, 10은 본 논문에서 설계 및 구현한 기상 팩스 시스템으로 무선 기상방송을 수신하여 실험한 결과를 보이고 있다. 기존의 기상위성을 이용한 화상 수신장치 또는 별도의 기상 팩스 장비를 설치하여 기상방송을 수신하여 기상 팩스를 나타내는 것과 동일한 결과를 나타내고 있다. 마지막으로 그림 11은 기상도 수신시간을 미리 설정해 두고 원하는 형태의 기상도를 자동으로 수신하게 한다.

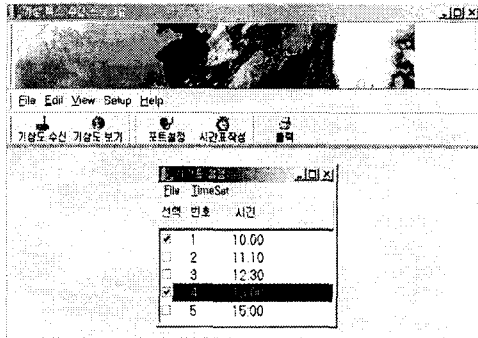


그림 11. 기상 팩스 수신 시간 설정.
Fig. 11. Weather Fax Receive Time Setting.

V. 결 론

본 논문에서는 기상통신소에서 방송하는 무선 기상방송을 수신하여 연안 항해용 기상 팩스 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해서 하드웨어적인 구성은 무선 기상방송 수신안테나와 SSB 수신기를 연결하고, 기상 팩스 시스템을 탑재할 수 있는 선박내 이미 설치된 컴퓨터를 연결하여 구성하였다. 특히 아주

간단한 하드웨어적인 신호 분리 모듈을 첨가하여 기상 팩스 신호를 안정적으로 수신할 수 있도록 하였다. 즉 구현된 시스템은 신호 분리 모듈, 기상도 수신 처리 모듈, 기상도 보기 모듈, 기상도 프린트 출력 모듈, 수신 시간 설정 모듈 등으로 세분하여 구현하였다.

본 논문에서 설계 및 구현한 기상 팩스 시스템은 실제 테스트 결과를 볼 때, 별도의 기상 팩스 장비를 두지 않고도 동일한 결과를 나타냈다. 그러므로 별도의 기상 팩스 장비 구입에 따른 경제적 대체 효과를 창출할 수 있다. 향후에는 루트 항로, 항적, 거리측정 등의 분야를 같이 개발하여 선박 운항에 필요한 지능적인 선박 운항 정보처리 시스템을 개발하는 데 있다.

참고문헌

- [1] <http://www.kweather.or.kr>, 케이웨더 산업기상 연구소 홈페이지.
- [2] 성기수, 박진옥, 안우희, 유근호, 신현진, 한국형 최적 기상정보시스템 연구 II, 한국과학기술원 부설 전산개발센터, pp. 201-217, 1984.
- [3] 양영규, 박진옥, 김의홍, 안우희, 유근호, 한국형 최적 기상정보시스템 연구 III, 한국과학기술원 부설 시스템공학연구소, pp. 77-102, 1985.
- [4] <http://www.kma.go.kr>, 기상청 홈페이지.
- [5] Le Marshall JF, Simpson JJ, Jin ZH, Satellite calibration using a collocated nadir observation technique: Theoretical basis and application to the GMS-5 pathfinder benchmark period, IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, V.37, N.1 P.2, pp. 499-507, 1999.
- [6] 김은진, 김평옥, 김정선, 기상위성 영상의 자동분할 및 분류에 관한 연구, 한국통신학회 1986년도 추계학술발표회 논문집, pp. 150-154, 1986.
- [7] 이창복, 이동두, 장익수, 정지기상위성을 이용한 국제시각비교시스템의 개발, 한국통신학회논문지, 제17권, 제11호, pp. 1238-1246, 1992. 11.
- [8] Meerkoetter, Ralf; Bugliaro, Luca, Synergetic use of NOAA/AVHRR and Meteosat cloud information for space-based UV measurements,

Proceedings of SPIE Ultraviolet Ground-and Space-based Measurements, Models, and Effects, pp. 169-176, 2001. 7.

1995~현재 한국해양대학교 전파·정보통신공학과 부교수

※ 관심분야: 컴퓨터 네트워크, 통신 프로토콜, 임베디드 시스템, 분산 컴퓨팅

저자소개



윤희철(Hee-Chul Yun)

1992년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학사)

1994년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사)

2003년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사)

1992~1993년 한국해양대학교 전자통신공학과 조교

1994~2000년 (주)사라콤 선박자동화연구소 팀장

2000~현재 한국해양대학교 시간강사

2001~현재 드림포트(주) 대표이사

※ 관심분야: 위성통신, 네트워크, 선박통신



이태오(Tae-Oh Lee)

1997년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학사)

1999년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사)

2001년 한국해양대학교 전자통신공학과(박사수료)

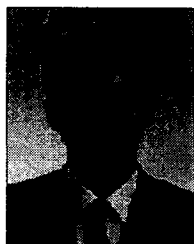
1997~1999년 한국해양대학교

전자통신공학과 조교

1999~2000년 신라대학교 정보통신공학과 시간강사

2000~현재 동명정보대학교 정보공학부 컴퓨터공학과 기간제 전임강사

※ 관심분야: 위성 및 선박통신, 네트워크, GPS



임재홍(Jae-Hong Yim)

1986년 서강대학교 전자공학과(공학사)

1988년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1995년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)